

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平11-109974

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 0 H 7/02

識別記号

F I

G 1 0 H 7/00

5 2 1 T

5 2 1 F

審査請求 未請求 請求項の数20 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-282975

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月30日

(71) 出願人 000001410

株式会社河合楽器製作所

静岡県浜松市寺島町200番地

(72) 発明者 齊藤 勉

静岡県浜松市寺島町200番地 株式会社河

合楽器製作所内

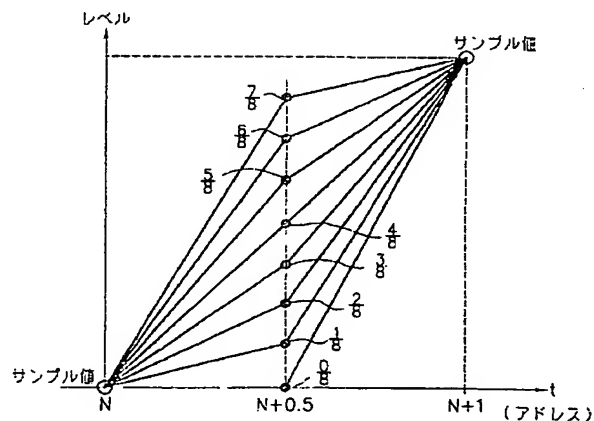
(74) 代理人 弁理士 國分 孝悦

(54) 【発明の名称】 波形記録装置、波形再生装置、波形記録再生装置および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 汎用メモリを用いて楽音波形データを効率よく圧縮して記録できるようにするとともに、その楽音波形データを読み出して発生する楽音の波形をより本来の波形に近づけることができるようにする。

【解決手段】 連続するサンプルポイント  $N$ 、 $N+1$  の間にある中間ポイント  $N+0.5$  における中間波形値を波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報 ( $0/8 \sim 7/8$ ) で表現し、波形サンプル値と共に波形メモリに記録することで、波形データを効率よく圧縮して記録できるようにする。また、この波形データを再生する際には、各波形サンプル値と対応する比率情報とから真の中間波形値を再現することにより、波形メモリに波形データを圧縮して記録したにもかかわらず、波形再生時には真の中間波形値を正確に算出して本来の波形に極めて近い波形を発生することができるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録するようにしたことを特徴とする波形記録装置。

【請求項 2】 上記波形メモリは、1つのアドレスが16ビットで成る汎用メモリであり、上記波形サンプル値と上記比率情報とを合わせて16ビットとなるように順次記録することを特徴とする請求項1に記載の波形記録装置。

【請求項 3】 上記連続する波形サンプル値が互いに同一値とならないように上記波形サンプル値を編集して記録することを特徴とする請求項1または2に記載の波形記録装置。

【請求項 4】 上記連続する波形サンプル値が互いに同一値となる場合に、上記連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値よりも大きい小さいかに応じて、時間的に後の波形サンプル値をわずかに大きくまたは小さくずらして記録することを特徴とする請求項3に記載の波形記録装置。

【請求項 5】 発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部に基づき、連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現されて上記波形サンプル値と共に記録された波形メモリから、連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段と、

上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段とを備えたことを特徴とする波形再生装置。

【請求項 6】 上記波形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段を更に備えたことを特徴とする請求項5に記載の波形再生装置。

【請求項 7】 上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値を含むことを特徴とする請求項5または6に記載の波形再生装置。

【請求項 8】 上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値および負の値を含むことを特徴とする請求項5または6に記載の波形再生装置。

【請求項 9】 上記読み出し手段により読み出された連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、その差分値をより大きな値に置換する置換手段を

更に備え、

上記置換した値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出することを特徴とする請求項5～8の何れか1項に記載の波形再生装置。

【請求項 10】 連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録する記録手段と、

10 発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部に基づき、上記波形メモリから連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段と、

上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段とを備えたことを特徴とする波形記録再生装置。

【請求項 11】 上記波形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段を更に備えたことを特徴とする請求項10に記載の波形記録再生装置。

【請求項 12】 上記記録手段は、上記連続する波形サンプル値が互いに同一値とならないように上記波形サンプル値を編集して記録することを特徴とする請求項10または11に記載の波形記録再生装置。

【請求項 13】 上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値を含むことを特徴とする請求項10～12の何れか1項に記載の波形記録再生装置。

【請求項 14】 上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値および負の値を含むことを特徴とする請求項10～12の何れか1項に記載の波形記録再生装置。

【請求項 15】 上記記録手段は、上記連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、差分値がより大きな値であると想定して上記比率情報を設定記録し、

上記読み出し手段により読み出された連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、その差分値を上記より大きな値に置換する置換手段を更に備え、上記算出手段は、上記置換手段により置換された値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出することを特徴とする請求項10～14の何れか1項に記載の波形記録再生装置。

50 【請求項 16】 上記波形メモリは、1つのアドレスが

16ビットで成る汎用メモリであり、上記波形サンプル値と上記比率情報とを台わせて16ビットとなるように順次記録することを特徴とする請求項10～15の何れか1項に記載の波形記録再生装置。

【請求項17】 連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録する機能を実現させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項18】 発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部にに基づき、連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現されて上記波形サンプル値と共に記録された波形メモリから、連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段、および上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項19】 上記波形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段としての機能を更に実現させるためのプログラムを記録した請求項18に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項20】 1つのアドレスが16ビットで成るアドレス空間上において、本来の波形の各ポイントを示す波形サンプル値と、連続する波形サンプル値間の本来の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準として表現した比率情報とを台わせて16ビットとなるような構造を有するデータが順次記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は波形記録装置、波形再生装置、波形記録再生装置および記録媒体に関し、特に、データの圧縮記録のために所定周期毎にサンプリングした波形データを波形メモリに記録し、再生時には当該記録された波形データを読み出すとともにサンプルポイント間の波形データ値を補間により得て出力するようになされた電子楽器の波形記録再生方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子ピアノ、電子キーボード、シンセサ

イザ等の電子楽器では、鍵盤部の鍵操作により演奏を行うことができるようになされている。そして、この演奏の際に発音されるアナログの楽音信号は、電子楽器の内部にある波形メモリにあらかじめ記憶されている複数種類のデジタル楽音波形データを用いて生成するようになされている。

【0003】すなわち、まず、鍵盤部の鍵を演奏者が操作すると、その操作状態を表す鍵情報や、操作パネル部の各操作子により設定されている音色などの楽音パラメータ情報に基づいて、上記波形メモリの中から対応する楽音波形データが読み出される。そして、この読み出された楽音波形データが加工されて所望とする楽音が生成されるようになっている。

【0004】この種の電子楽器では一般に、アナログの楽音信号を所定周期毎にサンプリングして得た波形データ（各サンプルポイントにおける波形ポイントデータ値の集合）が波形メモリに記録される。このとき、サンプリング周期を短くしてサンプルポイントの数を多くすればする程、得られる楽音波形データはより元の波形に近くなる。しかし、それでは波形メモリの記憶量が大きくなってしまふ。

【0005】そこで、波形メモリのサイズを小さく抑えつつより元波形に近い波形を得ることができるようにするために、サンプルポイントの数を増やさずに波形データを記録し、再生時に読み出した波形ポイントデータから各サンプルポイント間の波形データ値を補間することが考えられた。

【0006】従来、この補間の手法は、比例演算により2つの波形ポイントデータを直線補間するものであった。しかし、これでは再生波形を元の波形に近づけることに関しては不十分であることから、例えば特開平3-204696号公報に記載されるような手法が更に提案された。

【0007】この公報に記載の手法は、図11に示すように、2つの波形ポイントデータ $s(n)$ 、 $s(n+1)$ を直線補間することによって得られる中間演算ポイントデータ $s_m(n)$ と、当該中間ポイントにおける真の波形データ値 $m(n)$ との差分データ $a(n)$ を、上記波形ポイントデータ $s(n)$ と共に波形メモリに記録する。そして、押鍵に応じて波形メモリから楽音波形データを読み出すときに、直線補間によって得た中間演算ポイントデータ $s_m(n)$ に対して差分データ $a(n)$ を加算することにより、より本来の波形に近い波形を発生できるようにしたものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、補間に用いる2つの波形ポイントデータの差が大きくなる程、中間ポイントにおける補間データと真の波形データ値との差も大きくなる可能性が出てくる。特に、元の波形が高調波を多く含む波形である場合には、補間データとの差が大きくなる可能性が増大する。このように差が大き

10

20

30

40

50

くなる場合は、差分データ $a(n)$ の値も大きなものとなる。そのため、上記従来手法では、差分データ $a(n)$ を記憶するための記憶領域をある程度大きく確保する必要があった。

【0009】一方、元の波形のカーブによっては、2つの波形ポイントデータの差が大きくなっても、上記中間ポイントにおける補間データと真の中間波形データ値との差が大きくなることもある。この場合は、差分データ $a(n)$ の値は小さくなり、割り当てられた記憶領域に無駄が生じてしまうという問題があった。このことは、

10 楽音波形データを圧縮記録して波形メモリのサイズを小さくするという趣旨に反するものである。

【0010】また、汎用的なメモリは、1つの番地が1または複数バイト単位で構成されるため、上記公報に記載の従来例では、波形ポイントデータ $s(n)$ と中間導出データとしての差分データ $a(n)$ とを合わせて16ビットデータとしていた。そのため、差分データ $a(n)$ の記憶領域を大きくすることによって、その分波形ポイントデータ $s(n)$ の記憶領域が小さくなってしまい、波形ポイントデータ $s(n)$ 自体の精度が落ちてしまうという問題もあった。

【0011】なお、上記公報に記載の従来例では、別の手法として、補間データと真の中間波形データ値との差が大きい場合にも対応するために、中間導出データのために割り当てられた記憶領域のビットを、波形ポイントデータ $s(n)$ に実際に加算する値のマニッッサ部と、このマニッッサ部を波形ポイントデータ $s(n)$ のどのビット部分に加算するかを示す値のパワー部とに分ける手法が示されている。しかしながらこの手法では、パワー部があるために加算データ値の精度が粗くなり、得られる

30 中間波形ポイントデータの精度が落ちてしまうという問題があった。

【0012】本発明は、このような問題を解決するために成されたものであり、汎用メモリを用いて楽音波形データを効率よく圧縮して記録できるようにするとともに、その楽音波形データを読み出して発生する楽音の波形をより本来の波形に近づけることができるようにすることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の波形記録装置は、連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録するようにしたことを特徴とする。

【0014】本発明の他の特徴とするところは、上記波形メモリは、1つのアドレスが16ビットで成る汎用メモリであり、上記波形サンプル値と上記比率情報とを合わせて16ビットとなるように順次記録することを特徴とする。

【0015】本発明の他の特徴とするところは、上

記連続する波形サンプル値が互いに同一値とならないように上記波形サンプル値を編集して記録することの特徴とする。例えば、上記連続する波形サンプル値が互いに同一値となる場合に、上記連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値よりも大きい小さいかに応じて、時間的に後の波形サンプル値をわずかに大きくまたは小さくずらして記録する。

【0016】また、本発明の波形再生装置は、発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部に基

づき、連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現されて上記波形サンプル値と共に記録された波形メモリから、連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段と、上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0017】本発明の他の特徴とするところは、上記波形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段を更に備えたことを特徴とする。

【0018】本発明のその他の特徴とするところは、上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値を含むことを特徴とする。また、上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値および負の値を含むものであっても良い。

【0019】本発明のその他の特徴とするところは、上記読み出し手段により読み出された連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、その差分値をより大きな値に置換する置換手段を更に備え、上記置換した値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出することを特徴とする。

【0020】また、本発明の波形記録再生装置は、連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録する記録手段と、発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部に基

づき、上記波形メモリから連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段と、上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0021】本発明の他の特徴とするところは、上記波

形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段を更に備えたことを特徴とする。

【0022】本発明のその他の特徴とするところは、上記記録手段は、上記連続する波形サンプル値が互いに同一値とならないように上記波形サンプル値を編集して記録することを特徴とする。

【0023】本発明のその他の特徴とするところは、上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値を含むことを特徴とする。また、上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報は、比率が1以上の値および負の値を含むものであっても良い。

【0024】本発明のその他の特徴とするところは、上記記録手段は、上記連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、差分値がより大きな値であると想定して上記比率情報を設定記録し、上記読み出し手段により読み出された連続する波形サンプル値間の差分が所定値よりも小さいときに、その差分値を上記より大きな値に置換する置換手段を更に備え、上記算出手段は、上記置換手段により置換された値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出することを特徴とする。

【0025】本発明のその他の特徴とするところは、上記波形メモリは、1つのアドレスが16ビットで成る汎用メモリであり、上記波形サンプル値と上記比率情報とを合わせて16ビットとなるように順次記録することを特徴とする。

【0026】また、本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、連続する波形サンプル値間の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、上記波形サンプル値と共に波形メモリに記録する機能を実現させるためのプログラムを記録したことを特徴とする。

【0027】本発明の他の特徴とするところは、発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部に基づき、連続する波形サンプル値間の中間波形値が上記波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現されて上記波形サンプル値と共に記録された波形メモリから、連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出す読み出し手段、および上記読み出した連続する2つの波形サンプル値と上記比率情報とから上記中間アドレスの中間波形値を算出する算出手段としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記録したことを特徴とする。

【0028】本発明のその他の特徴とするところは、上記波形読出アドレスの小数部が0.5より小さいときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に前の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出し、上記波形読出アドレスの小数部が0.5以上のときは、上記連続する2つの波形サンプル値のうち時間的に後の波形サンプル値と、上記算出された中間波形値とからその中間アドレスにおける補間波形値を算出する補間手段としての機能を更に実現させるためのプログラムを記録したことを特徴とする。

【0029】本発明のその他の特徴とするところは、1つのアドレスが16ビットで成るアドレス空間上において、本来の波形の各ポイントを示す波形サンプル値と、連続する波形サンプル値間の本来の中間波形値を上記波形サンプル値間の差分を基準として表現した比率情報とを合わせて16ビットとなるような構造を有するデータが順次記録されたことを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。まず、図1および図2を用いて本発明の特徴を説明する。ここで、図1は、2つの連続する波形ポイントデータ値（波形サンプル値）からそれらの間にある中間波形データ値を求める処理を説明するための図であり、図2は、波形メモリに記録される楽音波形データのフォーマットの例を示す図である。

【0031】図1に示すように、本実施形態では、2つの連続するサンプルポイントN、N+1における各波形サンプル値から、それらの中間ポイントN+0.5における中間波形データ値を求める。その際、図2に示すように、波形メモリにサンプルポイントNの波形サンプル値と共に記録しておいた差分率の情報、すなわち、各波形サンプル値の差分を基準（例えば1）として、中間ポイントN+0.5における真の波形データ値（サンプリングする前の本来の波形のレベル値）が当該基準に対してどの割合のところに位置するかを表す情報を用いて、中間波形データ値を求める。

【0032】すなわち、まず2つのサンプルポイントN、N+1における各波形サンプル値の差分を求め、求めた差分に対して上述の差分率を乗算する。そして、この乗算によって得られた値をサンプルポイントNにおける波形サンプル値に加算することにより、中間ポイントN+0.5における中間波形データ値を求める。図1の例では、差分率は0/8～7/8の8種類あり、このうち差分率4/8の場合が通常に直線補間を行った場合に得られる波形データ値に相当する。

【0033】このようにして、8種類の差分率のうちの何れかによって求められる中間波形データ値（図1中に黒丸●で示した8個の中間ポイントデータ値のうちの何れか1つ）は、中間ポイントN+0.5における真の波形

データ値とほぼ同じ値をとる。これにより、単純に直線補間を行う場合に比べてより本来の波形に近い波形を発生することができる。しかも、そのための演算を極めて簡単に行うことができる。このように、本発明の特徴は、波形サンプル値間の補間にあるのではなく、波形サンプル値間の中間真値を効率よく導出することにある。

【0034】さらに、中間ポイント $N+0.5$ における真値との差分の大きさ自体を情報として持つのではなく、各波形サンプル値の差分に対してどの比率のところに真値が存在するのかを差分率によって表しており、その差分率は $0/8 \sim 7/8$ の8種類であるから、補間に用いる2つの波形サンプル値の差が大きい場合にも小さい場合にも僅か3ビットで対応できる。したがって、従来例として挙げた特開平3-204696号公報のように、波形メモリ内における中間導出データの記憶領域を大きくする必要がなく、かつ、当該記憶領域を有効に使うことができる。

【0035】図2に示したように、本実施形態では、波形メモリとして16ビットパラレルの汎用メモリを用い、その下位12ビットに波形サンプル値を記録し、上位4ビットに差分率の情報を記録するようにしている。一般に、波形データは12ビットあれば元波形とほぼ同一の精度の良い値が得られることが知られている。そこで、16ビットのうち12ビットを波形サンプル値のために使い、残りの4ビットを差分率として有効に使うことにより、波形データを効率的に圧縮して記録できるようにするとともに、再生時にはより本来の波形に近い波形が得られるようにしているものである。

【0036】このように、差分率の記憶領域には4ビットが割り当てられるので、この4ビットをすべて使って $0/16 \sim 15/16$ の16種類の差分率の情報を記録するようにすることも可能である。この場合には、求められる中間ポイントデータ値は、中間ポイント $N+0.5$ における真の波形データ値に一層近いものとなり、波形発生を更に上げることができる。

【0037】なお、サンプルポイント $N$ と中間ポイント $N+0.5$ との間における波形データ値、および中間ポイント $N+0.5$ と次のサンプルポイント $N+1$ との間における波形データ値は、例えば図1に直線で示したように、各ポイント間の直線補間によって求められる。

【0038】次に、上述のような本発明の特徴を実施した第1の実施形態を説明する。図3は、上述のような本実施形態による波形記録再生方式を適用した電子楽器システムの全体構成を示す図である。

【0039】図3において、1は自然楽器であり、ピアノやオルガン、ギター、バイオリン等、異なる波形を有する音を発生する楽器が必要に応じて用いられる。2は自然楽器1から発せられる演奏音を検出するマイクである。3はサンプラーであり、マイク2で検出したアナログの演奏音を所定周期毎にサンプリングすることによ

り、デジタルの楽音波形データを生成して記憶する。4は生成された楽音波形データを編集するコンピュータ、5は電子ピアノ、電子キーボード、シンセサイザ等の電子楽器である。

【0040】このように構成された電子楽器システムにおいて、波形データの記録時には、まず、自然楽器1から発せられる演奏音をマイク2で検出し、それをサンプラー3に收音する。このサンプラー3としては、50KHz以上の高サンプリング周波数で動作し、波形データを16ビット以上の精度で記憶する高性能なものを使用する。したがって、このサンプラー3に記憶されるデジタルの楽音波形データは、実際の演奏音とほぼ等しい波形を有しているものである。

【0041】そして、このサンプラー3に記憶された楽音波形データをコンピュータ4に供給し、このコンピュータ4上で以下の述べるような編集を行う。すなわち、第1に、波形データを利用する電子楽器5の再生周波数（例えば44.1KHz）を考慮し、サンプリング定理を十分に満足できる波形が得られる程度にローパスフィルタをかける。

【0042】第2に、各サンプルポイントにおける波形サンプル値間の比較や演算、または図1に示したような差分率表（差分率が16種類ある場合は、それに対応するような図示しない差分率表）の参照により、電子楽器5内の波形メモリ11に記憶すべき複数の波形サンプル値と差分率とを算出する。これを図4を参照して説明する。

【0043】図4において、横軸は時間を示し、縦軸は波形データ値（12ビットで表現可能な $-2048 \sim 2047$ の値）を示している。また、実線で示した波形は、サンプラー3に記憶された元波形の例を示している。この元波形上に「●」と「+」とで表した複数の点は、少なくともコンピュータ4上に記憶されている元波形の真のデータ値（真値）を示している（ただし、この真値はローパスフィルタにより多少は元波形と異なっている）。

【0044】コンピュータ4上では、サンプラー3におけるサンプリング周期よりも長い周期毎にサンプリングした $N+0$ 、 $N+1$ 、 $N+2$ 、……の各サンプルポイント上にある「●」で示す真値を、電子楽器5の波形メモリ11に書き込む12ビットの波形サンプル値として採用する。また、これらの各サンプルポイントの中間位置にある「+」で示す真値が波形サンプル値間の差分に対してどの程度の比率のところにあるかを算出することによって、8種類あるいは16種類の中から何れか1つの差分率を特定する。

【0045】このようにしてコンピュータ4上での編集によって得られた複数の波形サンプル値と差分率との組は、電子楽器5内の波形メモリ11に記録される。このとき、16ビットで成る1つのアドレス空間に、12ヒ

ットの波形サンプル値と4ビットの差分率とが1つの組として記録される。また、この波形メモリ11には、自然楽器1の音色、音域および各鍵の操作スピードに関するタッチ情報などに応じた種々の波形データが記録される。

【0046】このような波形データの記録処理は、例えばコンピュータ4内の図示しない記憶手段に格納されたプログラムに従って図示しないCPUにより実行される。この記憶手段は、本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体を構成する。記録媒体の例としては、ROM、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカードなどがある。

【0047】次に、電子楽器5における演奏時(波形メモリ11に記録された楽音波形データの再生時)の動作を説明する。キーボード部12上で押鍵された鍵の鍵番号は、アドレス発生部13に供給される。アドレス発生部13は、その内部に図示しない周波数ナンバメモリを有しており、上述の鍵番号はこの周波数ナンバメモリに供給される。

【0048】この周波数ナンバメモリには、各鍵の鍵番号ごとに、所望とする楽音周波数に対応する数値(整数あるいは非整数の周波数ナンバ)があらかじめ記憶されている。そして、上記鍵番号に対応する周波数ナンバがこの周波数ナンバメモリから読み出され、これがアドレス発生部13内の図示しない周波数ナンバ演算器に時分割で供給される。

【0049】そして、この周波数ナンバ演算器により、周波数ナンバメモリから時分割で送られてくる周波数ナンバが累算される。このようにして生成された周波数ナンバの累算値の整数部 $a_8 \sim a_{32}$ は、サンプルポイント $N+0, N+1, N+2, \dots$ における波形サンプル値の読み出し位置を指定するためのアドレス情報として波形メモリ11に時分割で供給される。

【0050】これにより、波形メモリ11からは、上記累算値の整数部 $a_8 \sim a_{32}$ に応じたアドレス情報に従って、対応する12ビットの波形サンプル値が、同じアドレスに記録されている4ビットの差分率の情報と共に読み出される。そして、こうして読み出された波形サンプル値および差分率は、サンプルポイント補間部14に供給される。

【0051】サンプルポイント補間部14では、図1を用いて説明したような処理により、各サンプルポイント間にある中間ポイントの中間波形データ値を算出する。この中間波形データ値は、中間ポイントにおける真の波形データ値とほぼ等しいものである。さらに、サンプルポイント補間部14では、上記周波数ナンバの累算値の少数部 $a_4 \sim a_7$ を補間係数として、波形メモリ11から読み出された波形サンプル値と、上述のようにして求めた中間波形データ値との間をサンプル補間する。この

ようにして得られた補間データは乗算器15に供給される。

【0052】また、上記キーボード部12から時分割で出力される鍵オン/オフ情報および鍵番号は、エンベロープ発生部16にも供給される。そして、このエンベロープ演算部16により所定の演算が行われ、例えばアタック、ディケイ、サスティーン、リリースを有するエンベロープの演算値が生成される。こうして生成されたエンベロープの演算値は、乗算器15に供給される。

10 【0053】乗算器15では、サンプルポイント補間部14から供給される補間処理の施された波形データと、エンベロープ発生部16から供給されるエンベロープ値とが乗算されることにより、波形データの振幅が制御される。このようにして振幅制御が施された波形データは、デジタル形式の楽音信号として、次段に設けられているD/Aコンバータ17に出力される。ここで波形データはアナログ信号に変換され、アンプ18を介してスピーカ19に与えられることにより、演奏音が発生される。

20 【0054】上述した波形メモリ11、アドレス発生部13およびサンプルポイント補間部14などは、実際にはCPU、ROMおよびRAMなどからなるマイクロコンピュータシステムにより構成されており、一連の再生処理は、上記ROMに格納されたプログラムに従ってCPUにより行われる。この場合、ROMは本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体を構成する。なお、記録媒体の例としては、ROMの他に、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカードなどがある。

【0055】ここで、図3の電子楽器5内に点線で示した部分のより詳しい構成例を、図5に示す。図5において、図3に示したブロックと同じブロックには同一の符号を付しており、波形メモリ11およびアドレス発生部13以外の構成要素によりサンプルポイント補間部14が構成される。

【0056】アドレス発生部13より発生された整数アドレス $a_8 \sim a_{32}$ は、各サンプルポイントにおける波形サンプル値の読み出し位置を指定するためのアドレス情報として波形メモリ11に時分割で供給される。これにより、波形メモリ11からは、この整数アドレス $a_8 \sim a_{32}$ に従って、対応する波形サンプル値と差分率の情報とが時分割で読み出される。そして、こうして読み出された連続する2つのサンプルポイント $n, n+1$ における波形サンプル値および差分率の組は、第1、第2のラッチ21、22にそれぞれラッチされる。

【0057】第1、第2のラッチ21、22に保持された各16ビットデータのうち、下位12ビット $b_0 \sim b_{11}$ で成る波形サンプル値 $f(n), f(n+1)$ は、それぞれ第1の差分器23に供給される。第1の差分器23では、



第2のラッチ22の出力信号であるサンプルポイント $n+1$ における波形データ値 $f(n+1)$ から、第1のラッチ21の出力信号であるサンプルポイント $n$ における波形データ値 $f(n)$ を減算することにより、連続するサンプルポイント間の波形データ値の差分 $d(n)$ を算出する。この差分 $d(n)$ は、第1の乗算器24の一方の入力端子に供給される。

【0058】一方、上記第1のラッチ21に保持された16ビットデータのうち、上位4ビット $b12 \sim b15$ で成る差分率情報 $rate$ は、上記第1の乗算器24の他方の入力端子に供給される。第1の乗算器24では、第1のラッチ21より入力される差分率情報 $rate$ と第1の差分器23より入力される差分 $d(n)$ とを乗算する。なお、差分率情報 $rate$ としては、実際には $0 \sim 15$ の値が書き込まれており、第1の乗算器24ではこれを16の値で除算したものを差分率として計算する。

【0059】この第1の乗算器24より出力される乗算結果 $q(n)$ は、サンプルポイント $n$ 、 $n+1$ の間の中間ポイント $n+0.5$ における波形データ値が、サンプルポイント $n$ における波形データ値 $f(n)$ に対してどれだけ差があるかを表すものである。第1の加算器25は、この第1の乗算器24での乗算結果 $q(n)$ と、第1のラッチ21より出力される波形サンプル値 $f(n)$ とを加算することにより、上記中間ポイント $n+0.5$ における中間波形データ値 $f(n+0.5)$ を求める。

【0060】こうして求められた中間波形データ値 $f(n+0.5)$ は、セクタ26の2つの端子A1、B0に供給される。また、このセクタ26の端子A0には、第1のラッチ21より出力されるサンプルポイント $n$ の波形サンプル値 $f(n)$ が供給され、端子B1には、第2のラッチ22より出力されるサンプルポイント $n+1$ の波形サンプル値 $f(n+1)$ が供給される。

【0061】このセクタ26は、アドレス発生部13より出力される4ビットの小数アドレス $a4 \sim a7$ のうち、最上位ビット $a7$ をコントロール信号として動作する。最上位ビット $a7$ の値が“0”のときは入力端子A0、A1に入力されるデータを出力端子C0、C1から選択的に出力し、最上位ビット $a7$ の値が“1”のときは入力端子B0、B1に入力されるデータを出力端子C0、C1から選択的に出力する。

【0062】このセクタ26は、サンプルポイント $n$ と中間ポイント $n+0.5$ との間（サンプルポイント間の前半部）における波形データ値を直線補間によって求めるか、中間ポイント $n+0.5$ と次のサンプルポイント $n+1$ との間（サンプルポイント間の後半部）における波形データ値を直線補間によって求めるかを選択するものとして機能する。すなわち、前半部の補間データを求めるときは端子A0、A1のデータが選択され、後半部の補間データを求めるときは端子B0、B1のデータが選択される。

【0063】セクタ26の出力端子C0、C1から出力された各データは、それぞれ第2の差分器27に供給される。第2の差分器27では、端子C1の出力データ値から端子C0の出力データ値を減算することにより、サンプルポイント $n$ と中間ポイント $n+0.5$ との間、あるいは中間ポイント $n+0.5$ と次のサンプルポイント $n+1$ との間における波形データ値の差分 $d(n)'$ を算出する。この差分 $d(n)'$ は、第2の乗算器28の一方の入力端子に供給される。

【0064】上記第2の乗算器28の他方の入力端子には、アドレス発生部13より出力された小数アドレス $a4 \sim a7$ のうち、下位3ビット $a4 \sim a6$ が供給される。そして、この第2の乗算器28で、第2の差分器27より入力される差分 $d(n)'$ と、アドレス発生部13より入力される小数アドレス $a4 \sim a6$ で示される値とを乗算し、更にその乗算結果 $q(n)'$ と、セクタ26の端子C0からの出力データとを第2の加算器29で加算することにより、最終的に出力する補間波形データ $f(n+p)$ を得る。

【0065】なお、図5の例では、差分器、乗算器および加算器をそれぞれ2つずつ設けているが（第1の差分器23、第1の乗算器24および第1の加算器25と、第2の差分器27、第2の乗算器28および第2の加算器29との2組）、第1、第2のどちらか一方のみを設けてそれを時分割で用いるようにしても良い。

【0066】以上のように、本実施形態によれば、所定周期毎にサンプリングして得た各波形サンプル値間の真の中間ポイント波形データ値を、各波形サンプル値間の差分を基準とした比率で、本来の波形サンプル値の量子化ビットに比べて少ないビット数にて表現し、これを上記波形サンプル値と共に記録するようにしたことにより、16ビットの汎用メモリで成る波形メモリ11に楽音波形データを効率よく圧縮して記録することができる。

【0067】しかも、この楽音波形データを再生して演奏音を発生する際には、上述の各波形サンプル値と対応する差分率とから真の中間波形データ値を再現することができる。さらに、この真の中間波形データ値を用いて補間を行うことにより、真値を持つ2つの波形ポイント間の距離を短くして補間を行うことができるようになり、単純に波形サンプル値間で直線補間を行う場合に比べて、より本来の波形に近い波形を発生することができる。

【0068】なお、本実施形態では、サンプルポイント $N$ と $N+0.5$ との間、サンプルポイント $N+0.5$ と $N+1$ との間で直線補間を行っているが、2次曲線や3次曲線などの様々な関数を用いた補間を行うようにしても良い。このようにすれば、補間データ自体も本来の波形データ値に一層近づけることができる。

【0069】図6は、上述した本実施形態の補間処理に



より発生した波形データを示すものである。図6において、実線で示す波形は、自然楽器1で発生された演奏音の本来の波形(図3のサンプラー3に記憶された元波形)を示している。また、「○」で表す複数の点は、波形メモリ11に記録される各サンプルポイントの波形サンプル値(真値)を示し、「●」で表す複数の点は、算出される中間ポイントデータ値を示している。さらに、「×」で表す複数の点は、最終的に小数アドレスa4～a7を補間係数として算出された補間波形データ値を示している。

【0070】この図6から明らかなように、本実施形態の波形記録再生方式によれば、汎用メモリを使って楽音波形データを圧縮記録したにもかかわらず、再生時には本来の波形に極めて近い波形を発生することができている。しかも、以上のような補間処理は、単純な乗加算処理によって極めて簡単に行うことができる。また、この補間処理に使用する差分率情報のための4ビットの記憶領域も有効に使うことができ、無駄がない。

【0071】なお、特許第2608938号公報には、整数アドレスで読み出される波形サンプル値間の波形データ値を補間生成する際に、図12に示すように、当該波形サンプル値間の各データ値がほぼ網羅されるように16種類の折れ線関数 $M_1 \sim M_{16}$ をあらかじめテーブルとして用意しておき、何れかの折れ線関数を選択して補間を行う方法が開示されている。

【0072】しかしながら、この方法は、本実施形態のように中間ポイント $n+0.5$ における真値を算出して補間を行うものでなく、様々な位置に折れ点が存在する様々な関数をあらかじめテーブルとして用意しておくものである。このような関数は折れ点の前後で少なくとも2つのファンクションを必要とするため、テーブルの作成および管理が困難である。これに対して本実施形態の方法によれば、簡単な演算だけで補間を行うことができ、複雑なテーブルは用いる必要がないというメリットがある。

【0073】次に、本発明の第2の実施形態について説明する。連続するサンプルポイント $N$ 、 $N+1$ における2つの波形サンプル値を結ぶ真の波形カーブは、当該各波形サンプル値を2頂点とする長方形の範囲外に出る場合がある。すなわち、図7に示すように、連続する波形サンプル値の差分外に中間ポイント $N+0.5$ における真の波形データ値が存在する場合もある。

【0074】そこで、第2の実施形態では、このような波形にも対応できるようにするために、2つの波形サンプル値の差分に対して乗算する差分率の値を、第1の実施形態では0～1の範囲内であったのを第2の実施形態では0～2の範囲内へと2倍まで拡大する。具体的には、差分率の情報記憶のために割り当てられるビット数は4ビットであるので、ここには第1の実施形態と同様に0～15の何れかの値を記憶しておき、図5の第1の

乗算器24における計算を、

$$q(n) = d(n) \times \text{rate}/8$$

とすれば良い。

【0075】なお、この第2の実施形態において、電子楽器システムの全体構成およびサンプルポイント補間部14の具体的構成は、上述した第1の乗算器24の構成を除いて図3および図5に示す第1の実施形態と同様である。また、波形メモリ11に記録される波形データのフォーマットも、図2に示す第1の実施形態と同様である。

【0076】このようにすることにより、2つの波形サンプル値を結ぶ真の波形カーブが当該各波形サンプル値の差分外に出るような場合でも、再生時においてその差分外に存在する真の中間ポイントデータ値を算出することができ、真の波形に近い波形を再現することができるようになる。このことは、上述した特許第2608938号公報に記載の技術では達成することのできない優れたメリットである。

【0077】次に、第3の実施形態について説明する。上述した第2の実施形態によれば、真の中間ポイントデータ値を算出し得る範囲として、2つの波形サンプル値の差分の2倍の範囲までカバーすることができるが、差分の値自体が小さい場合には、カバー範囲を2倍にとっても不足であることがある。

【0078】ところが、このような場合を考慮して差分率のカバー範囲を始めから2倍以上に増やしておくと、各波形サンプル値の差分の値が小さい場合には概ね良好の結果が得られるが、差分率情報が4ビットに制限されていることから、差分の値が小さくない場合(真の中間波形データ値が差分内に存在する場合)には、差分率によって近似される中間ポイントデータ値の精度が粗くなってしまう。

【0079】そこで、第3の実施形態では、連続する波形サンプル値の差分が所定値(例えば8または16)よりも小さいかどうかをまず判断し、そうであるときは、差分値を強制的に最低限の分解能をカバーするビットまで大きくするようにする。例えば、差分率情報が3ビットならば差分値=8、4ビットならば差分値=16とする。そのために本実施形態では、図5の第1の差分器23と第1の乗算器24との間に、差分 $d(n)$ が所定値よりも小さいときに差分 $d(n)$ を強制的に最低限の分解能をカバーするビットまで大きくするプリセット部(図示せず)を設ける。

【0080】なお、この第3の実施形態において、電子楽器システムの全体構成およびサンプルポイント補間部14の具体的構成は、上述のプリセット部を設けることを除いて図3および図5に示す第1の実施形態あるいは第2の実施形態と同様である。また、波形メモリ11に記録される波形データのフォーマットも、図2に示す第1、第2の実施形態と同様である。

【0081】このようなプリセット部を設けることにより、2つの波形サンプル値の差分が所定値よりも小さく、かつ、真の波形カーブが当該差分の範囲よりも遙か外に出る場合（真の中間ポイントデータ値が波形サンプル値の差分の遙か外に存在する場合）でも、その差分外にある真の中間ポイントデータ値を容易に算出することができ、真の波形に近い波形を発生することができる。また、2つの波形サンプル値の差分が小さくない場合にも、算出される中間ポイントデータ値の精度は粗くならず、真の波形に近い波形を発生することができる。

【0082】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。以上に述べた第1～第3の実施形態では、連続するサンプルポイントN、N+1における波形サンプル値の差分が0でないことを前提として説明してきたが、図8に示すように、差分が0になる場合も存在する。この場合、上述した第1～第3の実施形態で説明した方法では、算出される中間ポイントデータ値は各波形サンプル値と同じ値になってしまう。しかし、中間ポイントN+0.5における真の波形データ値は、図8に示すように各波形サンプル値と異なることが多い。

【0083】そこで、第4の実施形態では、波形メモリ11に各サンプルポイントにおける波形サンプル値を記録する際に、連続する波形サンプル値が同じ値にならないように記録する。すなわち、図3のコンピュータ4上で波形データの編集を行って波形メモリ11に記録するときに、サンプラー3に記憶された波形データを参照し、中間ポイントN+0.5における真の中間波形データ値がその両側にある同じ値の波形サンプル値に対して上方あるいは下方のどちらに存在するかによって、一方の波形サンプル値をわずかにずらして記録するようにする。

【0084】例えば、図4の例の場合、Aで示すサンプルポイント区間では、連続するサンプルポイントN+3、N+4における波形サンプル値は共に930であり、その差分が0となる。そして、これらの間にある真の中間ポイントデータ値は950であり、両側の波形サンプル値よりも上方にある。この場合、本実施形態では、サンプルポイントN+4における波形サンプル値をわずかに上方にずらして（例えば値を931にして）記録する。なお、真の中間ポイントデータ値が両側の波形サンプル値よりも下方にあるときは、サンプルポイントN+4における波形サンプル値をわずかに下方にずらして記録する。

【0085】このようにすることにより、連続する波形サンプル値間で必ず差分が生じるようにすることができ、再生時にその差分をもとにしてより本来の波形に近い波形を発生することができる。この場合、差分の値は小さくなるので、上述した第3の実施形態を組み合わせて適用するのが好ましい。なお、波形サンプル値をわずかにずらして記録することにより、本来の波形と多少の誤差が生

じるが、12ビット精度で記録される波形サンプル値の僅か最下位1ビットをずらして記録しても、聴感上ほとんど問題ない。

【0086】次に、本発明の第5の実施形態について説明する。第5の実施形態では、図1に示したような差分率表の代わりに図9に示すような差分率表を用いる。図1の差分率表は、差分率として正の値のみを採用したものであるが、これに対して図9の差分率表は、差分率として正の値および負の値の両方を採用したものである。

【0087】このような差分率表を用いることにより、第2の実施形態で述べたように真の中間ポイントデータ値がその前後の波形サンプル値の差分域を正の側（差分率が1以上の側）にはみ出している場合だけでなく、負の側（差分率が負の値の側）にはみ出している場合にも正確な中間ポイントデータを求めることができ、本来の波形に近い波形を再現することができる。

【0088】この図9のような差分率表を用いるためには、図10のように、第1のラッチ21の後段に差分率変換テーブル31が必要になる。差分率変換テーブル31は、第1のラッチ21から出力される0、1、2、…、15の値をそれぞれ $-3/8$ 、 $-2/8$ 、 $-1/8$ 、…、 $12/8$ のrate値に変換するためのテーブルである。このテーブルは、記憶波形に応じて切り替えるようにしても良い。

【0089】この場合、図2の上位4ビットb12～b15に記録される0～15のデータは、差分率変換値として機能するものである。また、第1の乗算器24は、差分率変換テーブル31から与えられるrate値そのものを差分d(n)に乗算する。なお、上述した第1～第4の実施形態でも、このように差分率変換テーブルを用いて構成しても良い。

【0090】また、この第5の実施形態では、第3の実施形態で述べたプリセット機能を実現するための構成として、第1の差分器23と第1の乗算器24との間にプリセット部32を設けている。

【0091】本実施形態では以上のように構成することにより、例えば図4のB、Cで示すサンプルポイント区間のように、連続する波形サンプル値の差が8以上で、真の中間ポイントデータ値が前後の波形サンプル値の差分域に存在しない場合でも、図9の差分率表を利用して差分率変換値を波形メモリ11に記録することにより、再生時に正確な中間ポイントデータ値を算出することができる。

【0092】また、例えば図4のA、Dで示すサンプルポイント区間のように、連続する波形サンプル値の差が8未満であるときは、波形サンプル値の差分が8であると考えて中間ポイントデータ値のための差分率変換値を設定し、再生時にプリセット部32で差分d(n)を強制的に8にセットすることにより、正確な中間ポイントデータ値を算出することができる。

10

20

30

40

50

【0093】以上に述べた第3～第5の実施形態におけるメリットも、上述した特許第2608938号公報に記載された従来の技術では達成することのできない優れたメリットである。

【0094】なお、以上に説明した図1、図7および図9に示す差分率表は、本発明の単なる例示に過ぎず、これに限定されるものではない。差分率表を様々な形態とすることによって、様々な波形に対応することが可能である。この場合において、記憶波形に応じて差分率表を切り替えて利用できるように構成しても良い。このことは、差分率を用いて真の中間ポイントデータ値を算出するようにした本発明に特有のメリットであり、上述した特許第2608938号公報に記載の技術では達成することはできない。

【0095】また、波形メモリ11は1つのアドレスが16ビットで、波形サンプル値を12ビット、差分率情報を4ビットとして合わせて16ビットとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば波形サンプル値が11ビットで差分率情報が5ビット、または波形サンプル値が13ビットで差分率情報が3ビットとしても良い。このようにしても同様の効果が得られる。

【0096】また、以上の各実施形態では、整数アドレスに対して12ビットの波形サンプル値、小数の0.5アドレスに対して4ビットの差分率を記録する方式として説明したが、偶数アドレスに12ビットの波形サンプル値の一部を、奇数アドレスに波形サンプル値の残りと4ビットの差分率とを記録する方式であって、それら偶数アドレスと奇数アドレスの情報を混在して16ビット（1ワード）データとして波形データを記録しているとして処理することも可能である。すなわち、この場合は1アドレス当たり8ビット（1バイト）の情報量であるが、連続する2アドレスを12ビット+4ビットのデータで表現したと考えることができる。

【0097】また、中間ポイントデータ値を導出するための差分率の求め方は、図1などに示したように、連続する2つの波形サンプル値間を直線補間した値を中心として8等分（または16等分）しているが、本発明はこれに限らず、3ポイント以上の波形サンプル値間を曲線補間（2次関数や3次関数等による補間）した値、または適当な係数による畳み込み演算（平滑化関数等）により求めた値を中心として、等分でない任意の8分割（または16分割）とすることも可能である。この方法を用いた方が、波形再生時のS/N比が良くなる（折り返しノイズが小さくなるため）。

【0098】

【発明の効果】本発明は上述したように、連続する波形サンプル値間の中間波形値を波形サンプル値間の差分を基準とした比率情報で表現し、波形サンプル値と共に波形メモリに記録するようにしたので、汎用メモリで成る波形メモリに波形データを効率よく圧縮して記録するこ

とができる。

【0099】また、発音すべき音高に応じて変化する波形読出アドレスの整数部にに基づき、波形メモリから連続する2つの波形サンプル値と、その中間アドレスの中間波形値に対応する比率情報とを読み出し、読み出した連続する2つの波形サンプル値と比率情報とから中間アドレスの中間波形値を算出するようにしたので、波形メモリに波形データを圧縮して記録したにもかかわらず、波形再生時には本来の波形上の中間波形値を正確に算出して本来の波形に極めて近い波形を発生することができ。しかも、そのような処理は、単純な演算処理によって極めて簡単に行うことができるとともに、この再生処理に使用する比率情報の記憶領域を有効に使うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2つの連続する波形サンプル値からそれらの間にある中間波形データ値を求める処理を説明するための図である。

【図2】波形メモリに記録されるデータのフォーマットの例を示す図である。

【図3】本実施形態による波形記録再生方式を適用した電子楽器システムの全体構成を示す図である。

【図4】波形メモリに記録すべき波形サンプル値および差分率の導出手順を説明するための図である。

【図5】電子楽器内の波形メモリ、アドレス発生部、サンプルポイント補間部の構成例を詳しく示す図である。

【図6】本実施形態による波形再生結果を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態を説明するための図である。

【図8】本発明の第4の実施形態を説明するための図である。

【図9】本発明の第5の実施形態を説明するための図である。

【図10】本発明の第5の実施形態を示すものであり、電子楽器内の波形メモリ、アドレス発生部、サンプルポイント補間部の一構成例を詳しく示す図である。

【図11】従来の波形データ補間手法を説明するための図である。

【図12】従来の他の波形データ補間手法を説明するための図である。

【符号の説明】

3 サンプラー

4 コンピュータ

11 波形メモリ

13 アドレス発生部

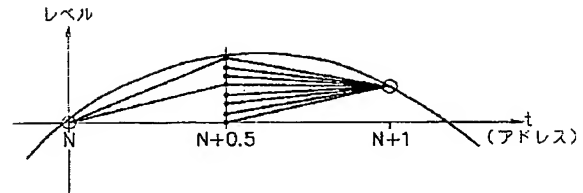
14 サンプルポイント補間部

21, 22 ラッチ

23, 27 差分器

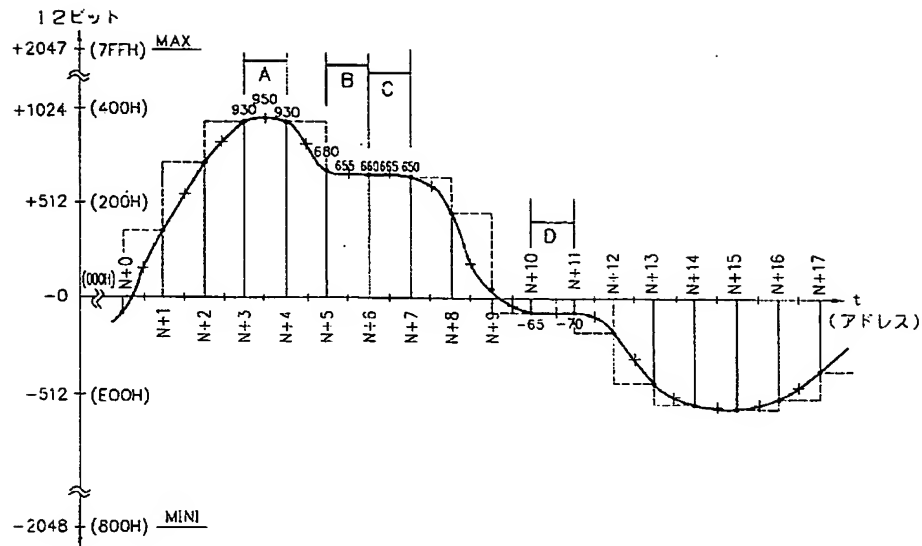
\*

【圖 7】

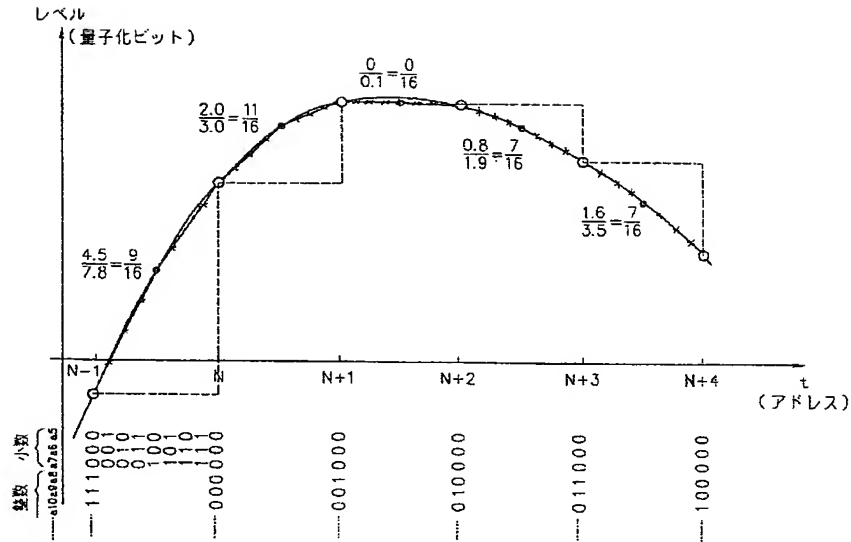


15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
差分率				波形サンプル値(2の桶数)											

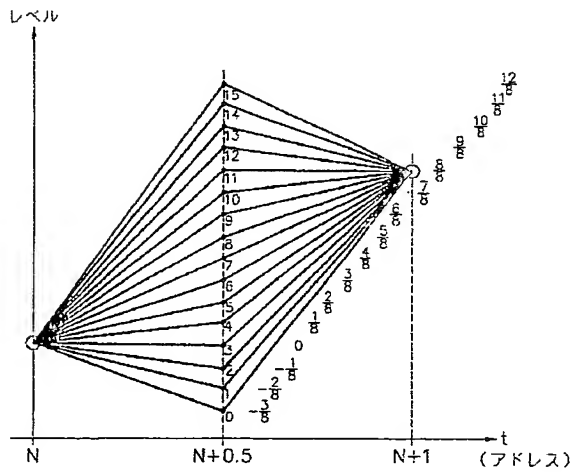
【図4】



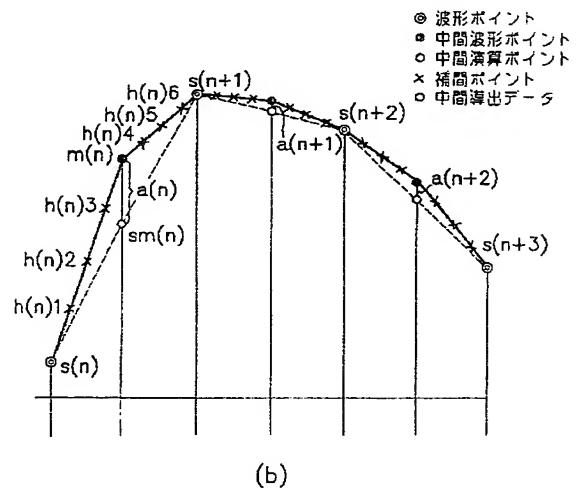
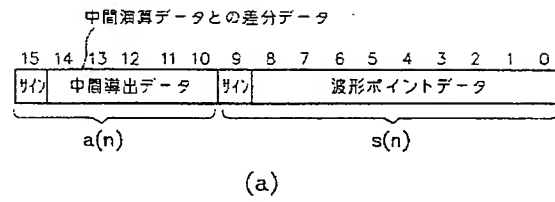
【図6】



【図9】

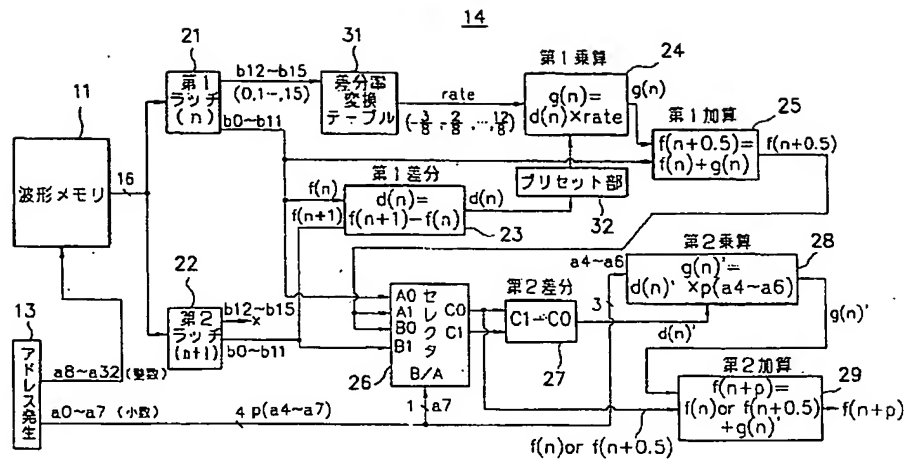


【図11】

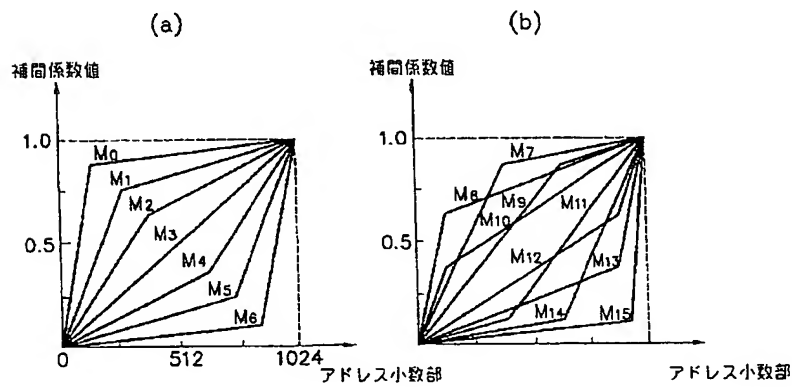




14



(a)



THIS PAGE BLANK (USPTO)